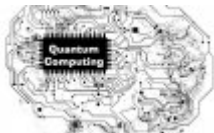


محاسبات کوانتومی آماده شده‌اند تا تغییرات اساسی در زندگی ما به وجود آورند. به نظر می‌رسد گوگل در این زمینه برنامه‌ریزی‌های طولانی‌مدتی انجام داده است. رهبر تیم محاسبات کوانتومی گوگل به دنبال آن است تا یک کامپیوتر کوانتومی دیجیتالی را طراحی کند.

این مطلب یکی از مجموعه مقاله‌های پرونده ویژه «**کامپیوترهای کوانتومی**» است که در شماره ۱۸۹ ماهنامه شبکه منتشر شد. برای دانلود این پرونده ویژه می‌توانید [اینجا](#) کلیک کنید.

او در این ارتباط گفته است: «زمانی که یک کامپیوتر کوانتومی دیجیتالی در اختیار داشته باشید، این توانایی را دارید تا آن را برای هر مشکلی که در نظر دارید این کامپیوتر آن را حل کند، برنامه‌ریزی کنید.» اما گوگل به دو دستاورد خیلی مهم در حوزه محاسبات کوانتومی دست پیدا کرد. شبه‌سازی انرژی یک مولکول و همچنین پیاده‌سازی سیستم رمزنگاری جدیدی که برای مقابله با چالش‌های رمزنگاری طراحی شده است در کنار طراحی یک کامپیوتر کوانتومی 48 بیتی از مهم‌ترین دستاوردهای گوگل در حوزه محاسبات کوانتومی به‌شمار می‌رود. ما در این مقاله به‌طور مختصر و کوتاه به این دستاوردهای گوگل نگاهی خواهیم داشت.

مطلب پیشنهادی



مقدمه پرونده ویژه کامپیوترهای کوانتومی
کوانتوم محدودیت‌ها را درهم می‌شکند

جان مارتینی استاد فیزیک دانشگاه سانتا باربارا که رهبری آزمایشگاه محاسبات کوانتومی گوگل را بر عهده دارد، به دنبال آن است تا مشکلات واقعی جهان امروز را حل کند. او بر این باور است که در پنج تا ده سال آینده گوگل موفق به طراحی کامپیوتر کوانتومی قدرتمندی خواهد شد که نه تنها مسائل پیچیده ریاضی را حل خواهد کرد، بلکه به مردم در اخذ یک سری تصمیمات کمک می‌کند. اما برای این منظور کامپیوتر کوانتومی گوگل باید از تعداد زیادی کویت استفاده کند. مارتینی در اولین گام سال گذشته میلادی (2016) همراه با تیم تحت سرپرستی خود موفق شد 9 بیت کوانتومی را طراحی کند. اکنون او در نظر دارد این مقدار را به رقم 100 کویت در چند سال آینده بسط

دهد. مارتینی در این ارتباط گفته است: «محاسبات کلاسیک بر مبنای ذخیره‌سازی و دستکاری بیت‌های ساده اطلاعات رفتار می‌کنند. جایی که در یک لحظه با صفرها یا یک‌ها سر و کار دارید. در محاسبات کوانتومی از قوانینی که بر دنیای مکانیک کوانتوم حکم‌فرما است به‌منظور ساخت بیت‌هایی که می‌توانند هر دو مقدار صفر یا یک را در یک لحظه در اختیار داشته باشند استفاده می‌کنیم. این کار به ما اجازه می‌دهد پردازش‌های موازی را روی ماشین‌ها ایجاد کنیم. در نتیجه به‌جای آنکه یک الگوریتم حالت صفر را اجرا کرده و سپس حالت یک را اجرا کرده و در ادامه جواب را در اختیار ما قرار دهد، به‌طور هم‌زمان دو مقدار صفر و یک را اجرا می‌کند. این رویکرد باعث می‌شود تا سرعت محاسبات دو برابر شود.

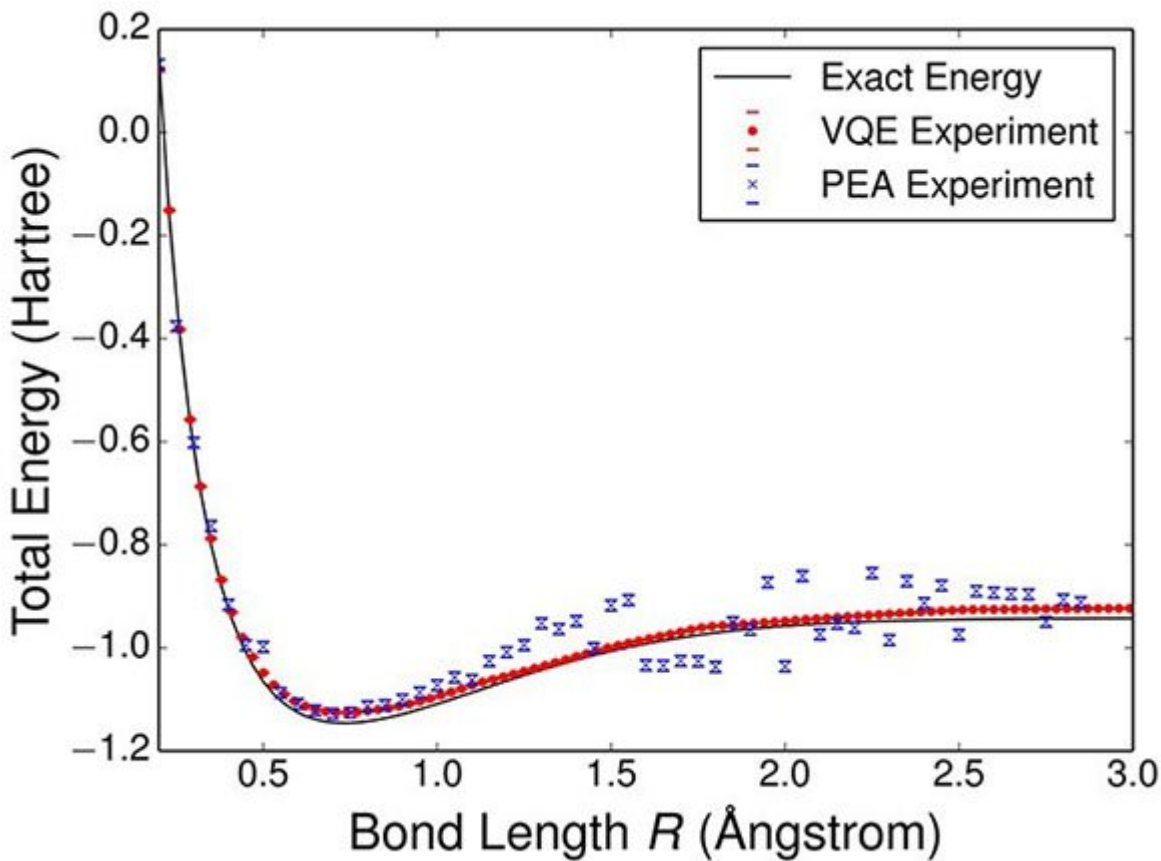
محاسبات کوانتومی با استفاده از سیستم‌های کوانتومی می‌تواند محاسبات کلاسیک را در برخی موارد به‌طور قابل‌توجهی سریع‌تر و دقیق‌تر انجام دهد. این سیستم‌ها می‌توانند برای حل مسائل پیچیده‌تری که برای سیستم‌های کلاسیک غیرممکن است، استفاده شوند. همچنین، محاسبات کوانتومی می‌تواند برای شبیه‌سازی سیستم‌های کوانتومی، مانند مولکول‌ها و مواد، استفاده شود.

در نتیجه با هر بار اضافه کردن کویت‌ها قدرت و سرعت محاسبات افزایش پیدا می‌کند، به‌طوری که یک روند تصاعدی پیدا خواهد کرد. این حرف به‌معنای آن است که اگر 300 کویت در اختیار داشته باشید، ضریب توانمندی محاسبات شما به رقم 2 به توان 300 افزایش پیدا خواهد کرد. شما در دنیای محاسبات کلاسیک نمی‌توانید به چنین توانمندی در محاسبات دست پیدا کنید.»

شبیه‌سازی انرژی یک مولکول با استفاده از یک کامپیوتر کوانتومی

شاید بزرگ‌ترین دستاورد مهندسان گوگل در ارتباط با محاسبات کوانتومی در شبیه‌سازی مولکول هیدروژن خلاصه شود. بسیاری از کارشناسان، این موفقیت گوگل را نقطه عطفی، در محاسبات کوانتومی توصیف کرده‌اند. آن‌ها برای نخستین بار موفق شدند یک شبیه‌سازی کوانتومی گسترش‌پذیر را در ارتباط با یک مولکول هیدروژن با موفقیت به سرانجام برسانند. این دستاورد گوگل به ما کمک خواهد کرد تا با اتکا به محاسبات کوانتومی از اسرار دنیای شیمی که پیرامون ما قرار دارند پرده برداریم. پژوهشگرانی که با تیم گوگل کار می‌کردند این توانایی را داشتند تا به دقت انرژی مولکول‌های هیدروژن H_2 را شبیه‌سازی کنند. اگر بتوانیم چنین رویکردی را در ارتباط با سایر مولکول‌ها مورد استفاده قرار دهیم، آن‌گاه از سلول‌های خورشیدی گرفته تا پزشکی به موفقیت‌های چشم‌گیری دست پیدا خواهیم کرد. این چنین پیش‌بینی‌هایی برای کامپیوترهای سنتی غیر ممکن بوده یا باید زمان بسیار زیادی را صرف چنین فعالیتی کنند. به‌طور مثال، یک ابرکامپیوتر برای آنکه بتواند انرژی مولکول پروپان (C_3H_8) را شبیه‌سازی کند، به ده روز زمان نیاز دارد.

دستیابی به چنین شاهکاری ماحصل همکاری مشترک گروهی از مهندسان گوگل با پژوهشگران دانشگاه هاروارد، آزمایشگاه ملی لارنس بارکلی، دانشگاه کالیفرنیا باربارا، دانشگاه تافنز و دانشگاه کالج لندن بود. رایان بابوش مهندس نرم‌افزار در واحد کوانتومی گوگل در این ارتباط گفته است: «شما این توانایی را دارید تا انرژی مولکول هیدروژن را به‌صورت کلاسیک مورد محاسبه قرار دهید، اما این کار به‌شکل ناکارآمدی انجام خواهد گرفت. در مقابل با یک سخت‌افزار کوانتومی این توانایی را دارید تا سیستم‌های بزرگ‌تر شیمیایی را نیز شبیه‌سازی کنید.» واکنش‌های شیمیایی که در طبیعت انجام می‌شوند کوانتومی هستند، به‌سبب آنکه این واکنش‌ها حالات انطباقی کوانتومی بسیار درهم تنیده دارند. در نتیجه این امکان وجود ندارد تا هر حالت ذره را به‌صورت مستقل از ذرات دیگر تشریح کرد. همین موضوع باعث می‌شود کامپیوترهای کلاسیک که با مقادیر باینری سنتی متشکل از صفرها و یک‌ها سر و کار دارند، در شبیه‌سازی این حالات با مشکل روبه‌رو شوند. اما در مقابل کامپیوترهای کوانتومی همچون نمونه‌ای که گوگل از آن استفاده کرده است با کویت‌ها سر و کار دارند. کویت‌ها این پتانسیل را دارند تا در حالت (برهم‌نهی) قرار بگیرند. در نتیجه این توانایی را دارند تا به‌طور هم‌زمان مقادیر صفر و یک را نشان دهند. برای انجام این شبیه‌سازی مهندسان گوگل از یک فوق‌مدار محاسبات کوانتومی موسوم به حل‌کننده کوانتومی متغیر (VQE) (سرنام Variational quantum Eigensolver) استفاده کردند. سامانه مورد استفاده از سوی گوگل در اصل یک سیستم مدل‌سازی بسیار پیشرفته است که تلاش می‌کند سیستم عصبی مغز انسان را بر مبنای رویکردهای کوانتومی شبیه‌سازی کند. همان‌گونه که در شکل 1 مشاهده می‌کنید، منحنی نتایج به‌دست آمده از VQE با انرژی واقعی آزاد شده از مولکول هیدروژن کاملاً منطبق بوده است.



1- مقایسه نتایج محاسبات کوانتومی با نتایج تجربی و محاسبات دقیق.

بابوش در بخشی از صحبت‌های خود گفته است: «همان گونه که از شبیه‌سازی توصیفی و کیفی شیمیایی به سمت شبیه‌سازی کیفی و قابل پیش‌بینی در حال حرکت هستیم، این پتانسیل را در اختیار داریم تا این حوزه از علم را به سمت مدرنیزه شدن سوق دهیم.» ما هنوز در ابتدای مسیر قرار داریم و فقط توانسته‌ایم نوک کوه یخ را مشاهده کنیم. گوگل در این ارتباط گفته است: «ما هنوز در ابتدای مسیر مدل‌سازی جهان هستیم، اما این قابلیت را در اختیار داریم تا از تکنیک شبیه‌سازی در ارتباط با تمام سیستم‌هایی که به نوعی با شیمی در ارتباط هستند استفاده کنیم. بهبود کیفیت باتری‌ها، تجهیزات الکتریکی انعطاف‌پذیر، بررسی اشکال جدیدی از مواد و غیره از جمله حوزه‌هایی هستند که با شبیه‌سازی کوانتومی تغییرات بنیادینی را تجربه خواهند کرد.»

دفاع از سامانه‌های رمزنگار در برابر تهدیدات محاسبات کوانتومی

همان گونه که در مقاله چالش‌های امنیتی محاسبات کوانتومی به آن اشاره کردم، با فراگیر شدن این محاسبات در مقیاس کلان و درست زمانی که کامپیوترهای کوانتومی از کویبت‌های بسیار زیادی استفاده کنند، دیگر نمی‌توان از الگوریتم‌های رمزنگار سنتی استفاده کرد. برای حل این مشکل گوگل به دنبال آن است تا الگوریتم رمزنگار پساکوانتومی ویژه خود را آماده کند. با توجه به سابقه این شرکت در ارتباط با ارائه فناوری‌های زیرساختی (پروتکل اسپیدی که از آن به عنوان پدر پروتکل HTTP 2.0 نام برده می‌شود) می‌توانیم امیدوار باشیم که الگوریتم ارائه شده از سوی گوگل این پتانسیل را خواهد داشت تا در مقیاس کلان مورد استفاده قرار گیرد. گوگل برای آنکه اطمینان حاصل کند مرورگرش دچار چالش‌های امنیتی نخواهد شد، به دنبال توسعه چنین الگوریتم‌هایی است. الگوریتم‌هایی که به احتمال زیاد از کروم در برابر هکرها و حتی محاسبات کدگشای کوانتومی محافظت به عمل خواهند آورد. مت بریثویت از مهندسان شرکت گوگل در این ارتباط گفته است: «امروزه این فرضیه مطرح شده است که کامپیوترهای کوانتومی بدون هیچ مشکلی قادر خواهند بود به تمام ارتباطات اینترنتی نفوذ کرده و کدگذاری‌های قدرتمند امروزی را به سادگی در هم شکسته و به اطلاعاتی دست پیدا کنند که برای چند دهه محرمانه بودند.»

در این مقاله، ما به بررسی نقش گوگل در صنعت کامپیوتر می‌پردازیم. گوگل با سرمایه‌گذاری در تحقیقات و توسعه، توانسته است در زمینه‌های مختلف فناوری، از جمله هوش مصنوعی، واقعیت مجازی و خودروهای خودران، پیشگامی کند. این شرکت با استفاده از مدل کسب و کار مبتنی بر تبلیغات، توانسته است به یکی از بزرگترین شرکت‌های فناوری جهان تبدیل شود. در ادامه، ما به بررسی نحوه عملکرد گوگل در این زمینه‌ها می‌پردازیم.

بر همین اساس از هم‌اکنون باید به فکر چاره مشکلاتی باشیم که در چند سال آینده به وجود خواهد آمد.» بر همین اساس گوگل به صورت آزمایشی بخش کوچکی از مکانیسم‌های ارتباطی که میان مرورگر کروم در کامپیوترهای دسکتاپ و سرورهای گوگل برقرار می‌شود را با سامانه رمزنگار پساکوانتومی رمزنگاری کرده است. سامانه‌ای که از الگوریتم رمزنگاری منحنی بیضوی استفاده می‌کند. گوگل بازه زمانی دو ساله را برای آزمایش این الگوریتم در نظر گرفته است. با پایان یافتن این زمان (سال 2017) و بررسی نقاط قوت و ضعف این الگوریتم، گوگل در سال آینده میلادی (2018) سامانه بهتری را جایگزین آن می‌کند.

گوگل چه برنامه‌ای برای آینده دارد؟

جان مارتینی در این ارتباط گفته است: «ما در حال طراحی یک کامپیوتر کوانتومی بر مبنای بازیخت کوانتومی شبیه به کامپیوتر کوانتومی شرکت دی‌ویو هستیم که در سال 2013 آن را خریداری کردیم. اما از رویکرد متفاوتی نسبت به شرکت دی‌ویو سیستم استفاده می‌کنیم. آن‌ها به طور پیوسته کویت‌های بیشتر و بیشتری را اضافه می‌کنند بدون آنکه از بابت انسجام کویت‌ها نگرانی داشته باشند. ما بر این باور هستیم که اتخاذ چنین رویکردی نمی‌تواند لزوماً به معنای قدرت بیشتر باشد. بازیخت کوانتومی به شما اجازه می‌دهد از طریق پیدا کردن راه حل‌های مصرف حداقل انرژی مشکلات مربوط به بهینه‌سازی یک سیستم را حل کنید. این رویکرد به ویژه در ارتباط با یادگیری ماشینی مفید است. جایی که در تلاش هستید حداقل عملکردها را در ارتباط با پردازش حجم انبوهی از اطلاعات در اختیار شبکه عصبی قرار دهید. یک کامپیوتر کلاسیک معمولی می‌تواند با یک سامانه کوانتومی 40 تا 45 کویتی رقابت کند. در نتیجه در مقطع فعلی دست یافتن به چنین کامپیوتری ایده‌آل به نظر می‌رسد. اما در پنج تا ده سال آینده سعی خواهیم کرد مشکلات واقعی جهان را با سامانه‌های قدرتمندتری حل کنیم. این کامپیوترها در شرایط مختلفی می‌توانند به مردم کمک کنند، دستیابی به چنین فناوری قدرتمندی واقعاً سخت است، اما در تلاش هستیم به چنین فناوری دست پیدا کنیم.»

تاریخ انتشار:

<https://www.shabakeh-mag.com/cover-story/7837/%D9%86%D9%82%D8%B4%D9%87%E2%80%8C%D9%87%D8%A7%DB%8C%DB%8C-%DA%A9%D9%87-%DA%AF%D9%88%DA%AF%D9%84-%D8%A8%D8%B1%D8%A7%DB%8C-%D8%B1%D8%A7%DB%8C%D8%A7%D9%86%D8%B4-%DA%A9%D9%88%D8%A7%D9%86%D8%AA%D9%88%D9%85%DB%8C-%D8%AF%D8%B1-%D8%B3%D8%B1-%D8%AF%D8%A7%D8%B1%D8%AF>